

## Invasiones biológicas: un factor del cambio global

*EEI 2006 actualización de conocimientos*

**Editor:** GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas

---

*Esta publicación puede ser reproducida con fines educativos u otros fines no lucrativos sin permiso explícito del editor, citando siempre y de forma adecuada la fuente. El GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas agradecerá recibir una copia de toda publicación que utiliza este documento como fuente.*

*This publication may be reproduced for educational or non-profit purposes without special permission from the editor, provided acknowledgement of the source is made. The GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas would appreciate receiving a copy of any publication that uses this document as a source.*

---

Como citar esta publicación / Recommended citation

GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed) (2007) Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos. 2.º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006". GEIB, Serie Técnica N.º 3, 280 pp.

Como citar artículos o textos específicos / Recommended citation for papers or any part of the book

Mayol J, Moragues E, Fortesa V, Oliver J & Ramos I (2007) Las bioinvasiones en las islas: de la política europea a la realidad balear. En: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed) (2007) Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos. Pp. 14-26. 2.º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006". GEIB, Serie Técnica N.º 3, 280 pp.

*Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos se ha imprimido con la única financiación derivada de las inscripciones de los congresistas. Todo el trabajo de coordinación, revisión científica, diseño gráfico y edición ha sido realizado de forma voluntaria.*

**Comité editorial:** Laura Capdevila-Argüelles, Nicolás Pérez Hidalgo & Bernardo Zilletti.

**Diseño y maquetación:** GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas

**Diseño de portada:** Laura Capdevila-Argüelles

**Diseño de contraportada:** Bernardo Zilletti

**Año de publicación:** 2007

**Deposito Legal:** LE-2069-2007

**Edita:** GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas

C/ Tarifa 7, E-24193 Navatejera, León (España)

[geib.org@gmail.com](mailto:geib.org@gmail.com)

**Imprime:** Imprenta El Ejido S.L., León.

## **HÁBITAT DISPONIBLE PARA LA ESPECIE INVASORA *AILANTHUS ALTISSIMA* (MILL.) SWINGLE EN EL P.N. DEL CARRASCAL DE LA FONT ROJA, ALICANTE**

**Habitat availability for the invasive species *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle in the Carrascal de la Font roja Natural Park, Alicante**

**Beatriz Terrones<sup>1,\*</sup>, Soraya Constán-Nava<sup>1</sup>, Natalia Vizcaino<sup>1</sup>, Anna Climent<sup>1</sup> & Andreu Bonet<sup>1, 2,\*</sup>**

<sup>1</sup>Estación Científica Font Roja Natura UA. Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo e Innovación. Universidad de Alicante. Apdo. Correos 99, 03080 Alicante. <sup>2</sup>Dpto. de Ecología. Universidad de Alicante. Apdo. Correos 99, 03080 Alicante. \*Autores para correspondencia (e-mail [beatriz.terrones@ua.es](mailto:beatriz.terrones@ua.es); [andreu@ua.es](mailto:andreu@ua.es); Tf.: +34 965330198)

### **RESUMEN**

Se ha realizado una evaluación multicriterio mediante SIG, partiendo de la información sobre la distribución actual y la descripción de los atributos del medio físico, obteniendo como resultado una cartografía del hábitat disponible para la especie invasora *Ailanthus altissima* en el Parque Natural del Carrascal de la Font Roja, con una clasificación del riesgo de propagación según la proximidad a las fuentes de diásporas y vías de expansión. La superficie actual ocupada por la especie es de 5,32 ha, y se encuentra principalmente en áreas de pinar, zonas rocosas, riberas y zonas urbanas. La superficie potencial de ocupación con un riesgo alto y muy alto es de 91 ha, y la superficie con riesgo de ocupación medio corresponde a un área de casi 710 ha. Las unidades de vegetación más afectadas por la expansión de esta especie son los pinares y las zonas de cultivos. La evaluación multicriterio ha demostrado ser una metodología fiable y de fácil utilización para la zonificación del territorio en el control de Especies Exóticas Invasoras. La obtención de mapas de hábitat disponible para determinadas especies es un instrumento muy útil en la gestión de áreas protegidas.

**Palabras clave:** *Ailanthus altissima*, especies invasoras, evaluación multicriterio, Parque Natural de la Font Roja, riesgo de expansión.

### **ABSTRACT**

A multicriteria evaluation has been carried out by means of a GIS, using current area information and environmental attributes description. We have obtained habitat suitability cartography for the invasive species *Ailanthus altissima* in the Carrascal de la Font Roja Natural Park, with a classification of propagation risk according to proximity to propagule sources and dispersion pathways. The current area of distribution of the invasive species

occupied 5,32 ha. The species is mainly found in pine woods, rocky outcrops, riversides and urban areas. The potential area with a high and very high expansion risk is 91 ha, and the area with medium risk corresponds to almost 710 ha. The most affected vegetation types by the expansion of the invasive species are pine woods and field crops. Multicriteria evaluation has proved to be a reliable methodology and easy to use in land planning for the control of alien invasive species. Habitat suitability mapping of invasive species could be a very useful tool for the management of protected areas.

**Key words:** *Ailanthus altissima*, expansion risk, Font Roja Natural Park, invasive species, multicriteria evaluation.

## INTRODUCCIÓN

Las Especies Exóticas Invasoras (EEI) son una gran amenaza para nuestro medio natural porque pueden cambiar hábitats completos, poniendo en riesgo los ecosistemas, alterando las relaciones entre las especies (Traveset & Santamaría 2004) y reemplazando a las especies nativas (Simberloff 2001), constituyendo un problema de gran relevancia para la conservación de la biodiversidad a escala global (Mack *et al.* 2000). A pesar de esto, el estudio de las invasiones biológicas y de sus efectos sobre los ecosistemas es un campo relativamente nuevo (Castro-Díez *et al.* 2004).

*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle es un árbol caducifolio, de carácter pionero y rápido crecimiento, que puede llegar a alcanzar los 30 metros de altura en zonas templadas (Kowarik & Samuel 2007). Es generalmente dioico, con flores unisexuales, y su fruto es una sámara alargada, de hasta 5 cm de longitud, de dispersión anemócora (Miller 1990). Se reproduce por semilla, pudiendo producir un individuo adulto hasta 350.000 semillas por año (Sanz Elorza *et al.* 2004), las cuales poseen una alta tasa de germinación. Las plántulas pueden crecer hasta los 2 metros el primer año (GEIB 2006). Asimismo, posee un sistema radicular potente, que puede llegar hasta 100 metros de la planta madre, desde el que se regenera por rebrotes de cepa y raíz, que pueden alcanzar una altura de 3 ó 4 metros el primer año (Swingle 1916). Además, esta planta produce sustancias alelopáticas que limitan el crecimiento de otras especies (Mergen 1959). Todas estas características hacen de *Ailanthus altissima* un buen invasor.

Es una planta originaria del continente asiático (China central), introducida en Europa durante la década de 1740 como ornamental y más adelante en obra civil. Fue exportada posteriormente hacia América (Arnaboldi *et al.* 2003), donde está ampliamente distribuida (Kota 2005), incluso en áreas protegidas (Kowarik 1995).

Ha sido citada como una de las 20 Especies Exóticas Invasoras más dañinas de España (GEIB 2006), como una de las 15 especies invasoras con mayor impacto en islas mediterráneas (Lloret *et al.* 2004), y es la principal especie alóctona invasora del Parque Natural de la Font Roja (Climent *et al.* 2006), encontrándose en diferentes ecosistemas del espacio natural, preferentemente junto a masías, vías de acceso y barrancos. Aunque puede considerarse una especie naturalizada en buena parte del territorio de la provincia de Alicante, la necesidad de establecer su control y erradicación ha sido recogida por los instrumentos de gestión PORN (Plan de ordenación de los recursos naturales) y PRUG (Plan rector de uso y gestión) del Parque Natural de la Font Roja (Decret 121/2004, DOGV 4801).

Su carácter invasor ha sido confirmado en numerosos espacios naturales españoles, como el Parque Nacional de Sierra Nevada (Castroviejo *et al.* 2003) o el Parc de Collserola (Barcelona) (Meggaro & Vilà 2002), y está siendo objeto de diferentes planes de gestión en los Parques Naturales de Cardeña y Montoro, de las Sierras Subbéticas, y de Hornachuelos y en la Reserva Natural de la Laguna de Tíscar, lugares donde su erradicación está planteando dificultades (Algarra *et al.* 2005).

El Parque Natural del Carrascal de la Font Roja es uno de los espacios naturales mejor conservados del territorio valenciano, con una gran riqueza de flora y vegetación (835 especies de flora citadas; Serra 2006), además de poseer un gran valor histórico y paisajístico. Se encuentra situado al norte de la provincia de Alicante, entre los términos municipales de Alcoy e Ibi, enclavado en la Sierra del Carrascal y Monte de Sant Antoni, alcanzando los 1.356 m de altitud en su punto más alto, el Menejador. El territorio incluido en el PRUG recoge los límites del Parque Natural, que posee una superficie de 2.298 ha. El área designada en el PORN se extiende más allá de los límites del parque, creando una zona de amortiguamiento alrededor de él, con una superficie total de 6.326 ha (La Vola 2004).

El objetivo de este estudio es determinar el hábitat disponible para la especie *Ailanthus altissima* en el territorio PORN del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja, así como las unidades vegetales que pueden verse afectadas por su expansión, por medio de una evaluación multicriterio, partiendo de la información recogida de su distribución actual y de la descripción de los atributos del medio físico.

## **METODOLOGÍA**

El análisis de distribución actual se ha realizado mediante localización por GPS de la distribución de los rodales existentes de *Ailanthus altissima* en el área PORN, generando un mapa de presencias en cuadrículas de 20x20 m. Los Sistemas de Información Geográfica (IDRISI) se han utilizado como herramienta, tanto para la elaboración de los datos de las variables utilizadas como para la obtención de los resultados a la aplicación del análisis multicriterio.

Para determinar el hábitat disponible se ha utilizado una evaluación multicriterio (Voogd 1983; Carver 1991), que puede definirse como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones (Barredo 1996). En este caso, se han combinado una serie de mapas temáticos con la finalidad de localizar las áreas idóneas para la expansión de *Ailanthus altissima*, en función del hábitat actual.

Los criterios utilizados en la evaluación multicriterio se han seleccionado en base a la bibliografía existente y a las capas cartográficas disponibles. Los criterios son la base para la toma de una decisión, que pueden medirse y evaluarse, y se clasifican en factores y limitantes. Los factores son capas con valores cuantitativos u ordinales, que pueden aumentar o disminuir la aptitud de una alternativa como solución al problema. Los limitantes son capas que determinan que alternativas son válidas o aceptables y cuales no lo son, y son siempre capas binarias excluyentes. En nuestro caso, los criterios analizados han sido: altitud, pendiente, orientación N-S, orientación E-O, proximidad a carreteras, proximidad a

pistas forestales, proximidad a ríos, proximidad a barrancos, proximidad a edificaciones, proximidad a la vía verde y proximidad a núcleos urbanos.

Para determinar si los factores seleccionados influyen realmente en la distribución de la especie, se ha comprobado, mediante una comparación estadística de los valores de las áreas ocupadas actualmente con un conjunto de localizaciones generadas al azar (U de Mann-Whitney) (tabla 1). Las variables que no han resultado significativamente distintas de una distribución al azar han sido: pendientes, orientación N-S y orientación E-O, que han sido eliminadas del estudio.

*Tabla 1.* Estadísticos resultantes de la comparación de medias entre las celdas de distribución actual y el conjunto de celdas generadas al azar para las variables analizadas, así como el rango y la moda de cada una de estas variables.

	U de Mann-Whitney	valor p	Rango	Moda
Altitud	2851,0	0,000	588 – 1060 m	740
Pendiente	8133,0	0,256	0 – 66 °	33
Orientación N-S	8675,5	0,787	(-90) – (+90)	0
Orientación E-O	8760,5	0,892	(-90) – (+90)	0
Proximidad a carreteras	3006,5	0,000	0 – 847 m	0
Proximidad a pistas forestales	5758,5	0,000	0 – 240 m	0
Proximidad a ríos	3834,5	0,000	0 – 4914 m	40
Proximidad a barrancos	5898,0	0,000	0 – 1206 m	40
Proximidad a edificaciones	4358,5	0,000	0 – 367 m	20
Proximidad a la vía verde	4397,5	0,000	0 – 7224 m	0
Proximidad a núcleos urbanos	4082,5	0,000	20 – 3649 m	367

El criterio altitud ha sido seleccionado para ser utilizado como limitante y como factor, ya que existe una relación inversa entre la abundancia de la especie invasora y la altitud (Arnaboldi *et al.* 2003; Climent *et al.* 2006), llegando a desaparecer totalmente en altitudes superiores a 1.060 m.

Asimismo, se han seleccionado siete factores más que delimitan el riesgo de propagación de la especie, según la proximidad a distintas fuentes de diásporas: proximidad a carreteras, proximidad a pistas forestales, proximidad a ríos, proximidad a barrancos, proximidad a edificaciones, proximidad a la vía verde y proximidad a núcleos urbanos. Cada una de estos factores se ha dividido en categorías, realizando asignaciones de pesos en función de los histogramas de frecuencias de las celdas de distribución actual, así como de los estadísticos descriptivos, por medio del método de comparación por pares (Saaty 1977). También se ha realizado una asignación de pesos a las capas de los factores por el mismo método, ya que no todos los factores tienen entre sí la misma importancia a la hora de definir el hábitat disponible para la especie.

Se han combinado las capas provenientes de los ocho factores, así como la correspondiente al criterio limitante, por medio de una sumatoria lineal ponderada, obteniendo un valor de capacidad de acogida para cada píxel del territorio. Se ha realizado una reclasificación en 5

clases, obteniendo un mapa del hábitat disponible para esta especie, clasificado según el riesgo de expansión. Se ha evaluado el modelo obtenido por medio de una comparación entre las predicciones del modelo y el área actual de la especie.

Por último, se ha realizado un cruce entre la capa de hábitat disponible obtenida y la cartografía de vegetación y usos de suelo del P.N. de la Font Roja (Terrones *et al.* 2006), para determinar cuales pueden ser las unidades vegetales más afectadas por la expansión de *Ailanthus altissima*.

## RESULTADOS

Como resultado, se ha obtenido un mapa de presencias de *Ailanthus altissima*, en cuadrículas de 20x20 m, en el PORN del P.N. del Carrascal de la Font Roja (figura 1).

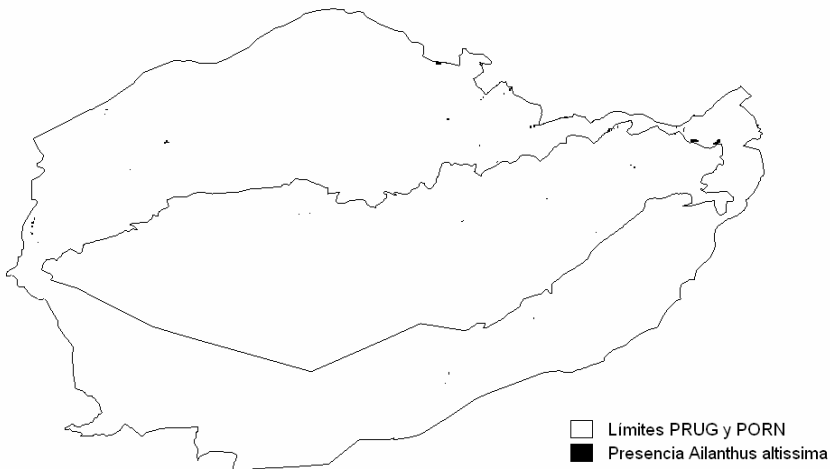


Figura 1. Mapa de presencias de *Ailanthus altissima*, en cuadrículas de 20x20 m en el PORN del P.N. del Carrascal de la Font Roja.

La superficie actual ocupada por la especie, estimada en cuadrículas de 20x20 m, es de 5,32 ha, y se desarrolla principalmente en áreas de pinar (1,40 ha), zonas rocosas (1,36 ha), riberas (0,76 ha) y zonas urbanas (0,52 ha) (figura 2). Aunque presentando un bajo número de cuadrículas, destaca la presencia de *Ailanthus altissima* dentro de las formaciones de carrascal cerrado (0,08 ha), ya que esta unidad, junto con el bosque caducifolio, es el hábitat con mayor importancia ecológica en el área de estudio (Ballester & Stübing 1990). Considerando el hábitat actualmente ocupado por la especie en relación a la aportación de cada unidad cartografiada al conjunto del paisaje del Parque Natural, cabe destacar las canteras, con un 7,69% de superficie afectada, y la vegetación de ribera, con un 1,46% afectado (figura 3).

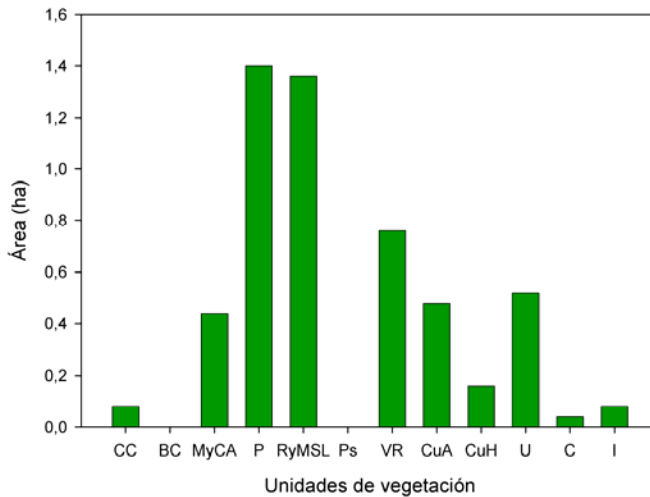


Figura 2. Superficie actual, en hectáreas, ocupada por *Ailanthus altissima*, estimada en cuadrículas de 20x20 m, en cada una de las unidades vegetales (CC: Carrascal cerrado; BC: Bosque caducifolio; MyCA: Matorral y carrascal abierto; P: Pinar; RyMSL: Rupícolas y matorral de suelo limitado; Ps: Pastizal; VR: Vegetación de ribera; CuA: Cultivos arbóreos; CuH: Cultivos herbáceos; U: Urbano; C: Canteras; I: Infraestructuras).

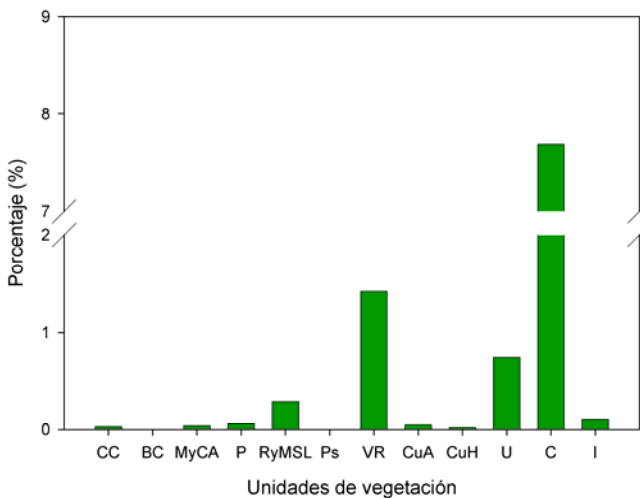


Figura 3. Porcentaje de superficie ocupado por *Ailanthus altissima*, estimado en cuadrículas de 20x20 m, en cada una de las unidades vegetales (CC: Carrascal cerrado; BC: Bosque caducifolio; MyCA: Matorral y carrascal abierto; P: Pinar; RyMSL: Rupícolas y matorral de suelo limitado; Ps: Pastizal; VR: Vegetación de ribera; CuA: Cultivos arbóreos; CuH: Cultivos herbáceos; U: Urbano; C: Canteras; I: Infraestructuras).

Se ha obtenido un mapa del hábitat disponible para la especie invasora *Ailanthus altissima*, con una clasificación del riesgo de propagación, según la proximidad a las fuentes de diásporas y vías de expansión (figura 4).

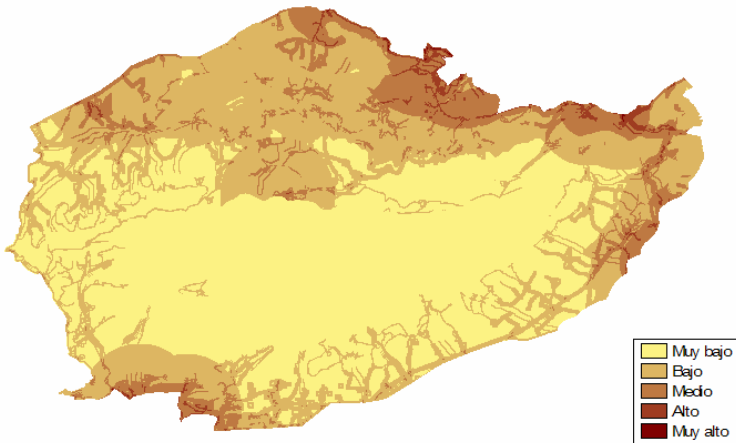


Figura 4. Hábitat disponible para *Ailanthus altissima*, con una clasificación del riesgo de propagación.

La superficie potencial de ocupación con un riesgo alto y muy alto es de 91 ha, el 1,46% de la superficie del PORN, y la superficie con riesgo de ocupación medio corresponde a un área de casi 710 ha, que equivale al 11% del área total del PORN (figura 5).

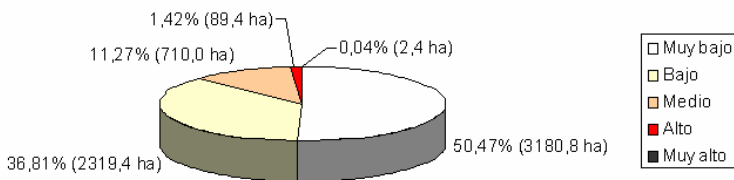


Figura 5. Porcentajes y superficie, en hectáreas, ocupadas por cada una de las clases de riesgo de propagación de *Ailanthus altissima*.

Entre las tres categorías de mayor riesgo de propagación (medio, alto y muy alto) se agrupa el 13% de la superficie del PORN, aproximadamente unas 800 ha, por lo que las actividades



de vigilancia y control deberán ser una prioridad en la gestión del parque natural en estas áreas.

Como resultado de la evaluación del modelo, se han hallado los porcentajes de área ocupada entre el área actual y el área predicha por el modelo, encontrándose una concordancia entre el aumento de riesgo de propagación y el aumento de área ocupada (figura 6).

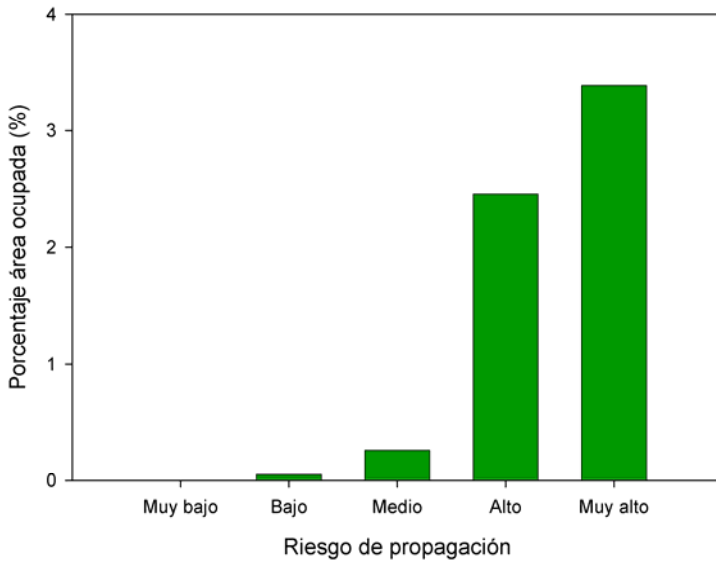


Figura 6. Porcentaje de superficie predicha ocupada actualmente, según las categorías de riesgo de expansión.

Como resultado del cruce entre el mapa de hábitat disponible y la cartografía de vegetación del PN del Carrascal de la Font Roja (Terrones *et al.* 2006), se han obtenido las superficies de cada unidad de vegetación afectadas por la expansión de *Ailanthus altissima* (tabla 2).

La unidad de vegetación cartografiada más afectada por la expansión de *Ailanthus altissima* es el pinar, con 25 ha ubicadas en zonas con alto y muy alto riesgo de expansión, y 247 ha en riesgo medio, según la clasificación utilizada. Las zonas de cultivos arbóreos y cultivos herbáceos también son susceptibles de ser colonizadas por esta especie, apareciendo 34 ha aproximadamente en zonas de riesgo alto y muy alto, y 295 ha en zonas de riesgo medio.

Las unidades más importantes desde el punto de vista de la conservación, el carrascal cerrado (0,24 ha en riesgo alto y 6,28 en riesgo medio) y el bosque caducifolio (0 ha), no se ven muy afectadas por la expansión de *Ailanthus altissima*, debido principalmente a que éstas se localizan en su mayor parte en áreas a altitudes superiores a 1000 metros.

Tabla 2. Superficie, en hectáreas, ocupada por cada una de las unidades vegetales según el riesgo de propagación de *Ailanthus altissima*.

UNIDADES DE VEGETACIÓN	RIESGO DE PROPAGACIÓN Área (ha)				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Carrascal cerrado	252,68	41,8	6,28	0,24	0
Bosque caducifolio	142,48	1,56	0	0	0
Matorral y carrascal abierto	977,88	189,2	49	1,84	0
Pinar	892,52	1009,4	247,48	25,2	0,28
Rupícolas y matorral de suelo limitado	300,76	130,68	33,76	7	0,4
Pastizal	22,64	29,48	15,88	3,56	0
Vegetación de ribera	2,88	20,68	23,88	5,88	0,2
Cultivos arbóreos	344,36	389,28	133,52	19,72	0,4
Cultivos herbáceos	233,16	421,2	163,2	14,24	0,16
Urbano	5,96	34,76	21,04	8,08	0,88
Canteras	0	0	0,4	0,12	0
Infraestructuras	5,4	51,36	15,52	3,48	0,04

## CONCLUSIONES

Este estudio confirma la eficacia de la evaluación multicriterio como metodología apropiada para determinar el hábitat disponible para especies invasoras. El estudio de las invasiones biológicas y de sus efectos en el territorio es un campo relativamente nuevo, siendo esta evaluación multicriterio un primer paso hacia modelizaciones más complejas de la disponibilidad de hábitat.

Es muy importante para la gestión y el control de especies de plantas invasoras identificar las áreas con alto riesgo de invasión (Hobbs & Humpries 1995; Mack *et al.* 2000), así como identificar los usos de suelo que puedan favorecerlas. La cartografía de hábitat disponible para especies de invasoras es un instrumento de gran utilidad en la gestión de áreas protegidas, ya que pueden ayudar en las tareas de control, erradicación y restauración de los hábitat afectados. Su utilidad permite establecer prioridades en la vigilancia y monitoreo de las poblaciones de EEI y también para planificar correctamente las actuaciones. El uso de asignaciones de pesos a partir de las concurrencias de celdas de distribución actual y de los estadísticos descriptivos permite incrementar la objetividad del método.

El estudio de *Ailanthus altissima* en el PN del Carrascal de la Font Roja, ha permitido identificar las posibles fuentes de diásporas y factores territoriales de expansión, siendo en este caso la proximidad a carreteras, pistas forestales, ríos, barrancos, vía verde, edificaciones dispersas y núcleos urbanos. Cabe destacar que de estas siete fuentes y vías de expansión, cinco son producidas por influencia antrópica. Esta demostrada la relación entre el grado de perturbación de un ecosistema y el número de especies no nativas que

existen en él (p. ej., Hobbs & Huenneke 1992; Rejmanek & Richardson 1996; Vacher *et al.*, 2007).

En resumen, se puede constatar que la evaluación multicriterio es una metodología fiable y de fácil utilización para la zonificación del territorio en la planificación, a escala local, del control de Especies Exóticas Invasoras.

## AGRADECIMIENTOS

La investigación de este trabajo ha sido financiada por el proyecto GV06/029 de la Conselleria de Empresa, Universidad y Ciencia de la Generalitat Valenciana, y por el proyecto ESTRÉS 063/SGTB/2007/7.1 del Ministerio de Medio Ambiente. Agradecemos al Director-Conservador y al personal del Parque Natural la ayuda aportada para la elaboración de este trabajo. Agradecemos a Santi Soliveres y Jorge Moneris la colaboración en las tareas de campo. La Estación Científica Font Roja Natura UA depende del Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Alicante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Algarra JA, Quero JM, Rodríguez Hiraldo C & Osuna UM (2005) Conservación de flora en la Provincia de Córdoba. *Conservación Vegetal* 9: 9-11.
- Arnaboldi F, Conedera M & Fonti P (2003) Caratteristiche anatomiche e auxometriche di *Ailanthus altissima*: una specie arborea a carattere invasivo. *Sherwood* 91(7-8): 19-25.
- Ballester G & Stübing G (1990) La Sierra del Carrascal de Alcoy. Flora y Vegetación. Cuadernos de la Naturaleza n.º1. Caja de Ahorros Provincial de Alicante, Alicante. 92 pp.
- Barredo JI (1996) Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del Territorio. Editorial Ra-ma, Madrid. 264 pp.
- Carver SJ (1991) Integrating Multi-Criteria Evaluation with Geographical Information Systems. *International Journal of Geographical Information Systems* 5(3): 321-339.
- Castro-Díez P, Valladares F & Alonso A (2004) La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas* 3. Septiembre-Diciembre 2004. [ref. de 26 de octubre de 2007]. Accesible a través de [http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=32&Id\\_Categoria=1&tipo=otros\\_contenidos](http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=32&Id_Categoria=1&tipo=otros_contenidos).  
World Wide Web:
- Castroviejo S, García R & Quintanar A (2003) Estudio preliminar de las plantas vasculares alóctonas de los Parques Nacionales españoles. Informe inédito. Real Sociedad Española de Historia Natural. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 134 pp.
- Climet A, Constán-Nava S, Terrones B, Pastor E & Bonet A (2006) Distribució de les poblacions de l'espècie invasora *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle al Parc Natural del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4: 89-101.
- GEIB (2006) TOP 20: Las 20 Especies Exóticas Invasoras más dañinas presentes en España. GEIB, Serie Técnica N.º 2. 116 pp.
- Hobbs RJ & Huenneke LF (1992) Disturbance, diversity, and invasion: Implications for conservation. *Conservation Biology* 6: 324-337

- Hobbs RJ & Humpries SE (1995) An Integrated Approach to the Ecology and Management of Plant Invasions. *Conservation Biology* 9(4): 761-770.
- Kota NL (2005) Comparative seed dispersal, seedling establishment and growth of exotic, invasive *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle and native *Liriodendron tulipifera* (L.). Thesis. Morgantown, West Virginia University. 116 pp.
- Kowarik I (1995) Clonal growth in *Ailanthus altissima* on a natural site in West Virginia. *Journal of Vegetation Science* 6: 853-856.
- Kowarik I & Säumel I (2007) Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8(4): 207-237.
- La Vola (2004) Plan de ordenación de los recursos naturales del Carrascal de la Font Roja. Volumen I. Conselleria de Territori i Habitatge. 221 pp.
- Lloret F, Médail F, Brundu G & Hulme PE (2004) Local and regional abundance of exotic plant species on Mediterranean islands: are species traits important? *Global Ecology and Biogeography* 13(1): 37-45.
- Mack RN, Simberloff D, Lonsdale WM, Evans H, Clout M & Bazzaz F (2000) Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- Meggaro Y & Vilà M (2002) Distribución y regeneración después del fuego de las especies exóticas *Ailanthus altissima* y *Robinia pseudoacacia* en el parque de Collserola (Barcelona). *Montes* 68: 25-32.
- Mergen F (1959) A toxic principle in the leaves of *Ailanthus*. *Botanical Gazette* 121: 32-36.
- Miller JH (1990) *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. In: Burns RM & Honkala BH (coords) *Silvics of North America: Vol. 2. Hardwoods. Agriculture Handbook* 654. Washington, DC: U.S. pp. 101-104. Department of Agriculture, Forest Service.
- Rejmanek M & Richardson DM (1996) What attributes make some plant species more invasive? *Ecology* 77: 1655-1661.
- Saaty T (1977) A scaling method for priorities in hierarquical structures. *Journal of mathematical Psychology* 15: 234-281.
- Sanz Elorza M, Dana ED & Sobrino E (2004) Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 378 pp.
- Serra L (2006) Flora rara, endèmica o amenaçada del Parc Natural del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4: 21-58.
- Simberloff D (2001) Biological invasions – How are they affecting us, and what can we do about them? *Western North American Naturalist* 61: 308-315.
- Swingle WT (1916) The early European history and the botanical name of the tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 6: 409-498.
- Terrones B, Bonet A, Carchano R, Brotons J & Segura M (2006) Cartografía de la cubierta vegetal del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4: 73-87.
- Traveset A & Santamaría L (2004) Alteración de mutualismos planta-animal debido a la introducción de especies exóticas en ecosistemas insulares. En: Fernández-Palacio JM, Morici C (eds). *Ecología Insular*. pp. 251-276. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET) y Excmo. Cabildo Insular de La Palma, La Palma.

Vacher KA, Killingbeck KT & August PV (2007) Is the relative abundance of nonnative species an integrated measure of anthropogenic disturbance? *Landscape Ecology* 22: 821-835.

Voogd H (1983) *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. Pion, Ltd., Londres. 367 pp.